

Ink jet spray heads - with special thin film resistors to project ink from head openings by pulsed heating

Patent Number: ☐ DE4317944
Publication date: 1993-12-09
Inventor(s): MITANI MASAO (JP)
Applicant(s): HITACHI KOKI KK (JP)
Requested Patent: ☒ JP6071888
Application Number: DE19934317944 19930528
Priority Number(s): JP19930068257 19930326; JP19920138498 19920529; JP19920176731 19920703
IPC Classification: B41J2/05; B41J2/175
EC Classification: B41J2/005, B41J2/14B2P, B41J2/14B5R1, B41J2/14B5R2, B41J2/16B4
Equivalents: JP3320825B2

Abstract

Ink jet drawing nozzle includes a thin film resistor (109) which is provided with a pulsed electric current by two electrodes (4,4') at each end and which heats the drawing ink in a similarly pulsed fashion to project it out of openings (7) in a channel (8) opposite to the resistor onto a drawing surface.

The resistor is pref. made of an Cr-Si-SiO alloy or a Ta-Si-SiO alloy. Additional resistors (100b) can be found in the ink channel to accelerate the feed of ink towards the spray opening (7). The nozzle heads may be perpendicular spray types as shown in (Fig.4) or parallel types (Fig.18).

ADVANTAGE - The ink can be sprayed at high frequency from the jet head to create high printing speed without excess ink collecting between openings.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-71888

(43)公開日 平成6年(1994)3月15日

| (51)Int.Cl. ⁵ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|------|---------|---------------|---------|
| B 4 1 J 2/05 | | | | |
| H 0 1 C 7/00 | V | 9012-2C | B 4 1 J 3/ 04 | 1 0 3 B |

審査請求 未請求 請求項の数6(全 11 頁)

(21)出願番号 特願平5-68257

(22)出願日 平成5年(1993)3月26日

(31)優先権主張番号 特願平4-138498

(32)優先日 平4(1992)5月29日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(31)優先権主張番号 特願平4-176731

(32)優先日 平4(1992)7月3日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000005094

日立工機株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番2号

(72)発明者 三谷 正男

茨城県勝田市武田1060番地 日立工機株式会社内

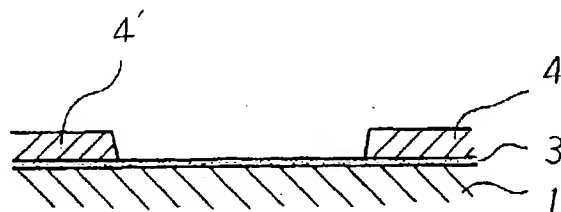
(54)【発明の名称】 記録装置

(57)【要約】

【目的】 本発明はパルス加熱によってインク液滴を記録媒体に向けて飛翔させる形式の記録装置に関するもので、特に薄膜発熱抵抗体の構成の簡略化、熱効率とインク吐出周波数の大幅な向上を目的とする。

【構成】 オリフィス近傍に設けられた発熱抵抗体はCr-Si-SiOまたはTa-Si-SiO合金薄膜抵抗体3/Ni薄膜導体4で構成されている。また、インク通路8のインク溜め9側端部に、インク溜め側に向かって広がる空間を形成し、該空間内に前記発熱抵抗体、あるいは別の発熱抵抗体を設ける。

図 1



- 1 ガラス基板
- 3 Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体
- 4, 4' 薄膜導体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 インク吐出口近傍に設けられた発熱抵抗体にパルス通電することによって液滴状インクを該吐出口から吐出させて記録する記録装置において、前記発熱抵抗体がCr-Si-SiOまたはTa-Si-SiO合金薄膜抵抗体とNi薄膜導体からなることを特徴とする記録装置。

【請求項2】 前記Cr-Si-SiOまたはTa-Si-SiO合金薄膜抵抗体がインク流路の方向に対して非対称形状となっていることを特徴とする請求項1記載の記録装置。

【請求項3】 インク溜めと、インク吐出口と、該インク溜めとインク吐出口を連通するインク流路と、該インク流路内の前記インク吐出口近傍に設けられた発熱抵抗体を有する記録装置であって、前記インク流路端部に、インク溜め側に向かって広がる空間を形成し、該インク流路内の該空間に前記発熱抵抗体を設けることを特徴とする記録装置。

【請求項4】 インク溜めと、インク吐出口と、該インク溜めとインク吐出口を連通するインク流路と、該インク流路内の前記インク吐出口近傍に設けられた発熱抵抗体を有する記録装置であって、前記インク流路端部に、インク溜め側に向かって広がる空間を形成し、該インク流路内の該空間に前記発熱抵抗体とは別の発熱抵抗体を設けることを特徴とする記録装置。

【請求項5】 前記各発熱抵抗体はCr-Si-SiOまたはTa-Si-SiO合金薄膜抵抗体とNi薄膜導体からなることを特徴とする請求項3、4記載の記録装置。

【請求項6】 前記Cr-Si-SiOまたはTa-Si-SiO合金薄膜抵抗体がインク流路の方向に対して非対称形状となっていることを特徴とする請求項5記載の記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、熱エネルギーを利用してインク液滴を記録媒体に向けて飛翔させる形式の記録装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】パルス加熱によってインクの一部を急速に気化させ、その膨張力によってインク液滴をオリフィスから吐出させる方式のインクジェット記録装置は特開昭48-9622号公報、特開昭54-51837号公報等によって開示されている。

【0003】このパルス加熱の最も簡便な方法は発熱抵抗体にパルス通電することであり、その具体的な方法が社団法人、日本工業技術振興協会主催のハードコピー先端技術研究会（1992年2月26日開催）、またはHewlett-Packard-Journal, Aug. 1988で発表されている。これら従来の発熱抵抗体の共通する基本的構成は、図20

に示すように、薄膜抵抗体13と薄膜導体14を酸化防止層15で被覆し、この上に該酸化防止層15のキャビテーション破壊を防ぐ目的で、耐キャビテーション層16、17を1～2層被覆するというものであった。

【0004】このように複雑な構成としなければならない最大の理由は薄膜抵抗体13にある。すなわち、従来より該薄膜抵抗体として使用できる程度に比抵抗が大きく、耐熱性、耐パルス性に富む材料としてはTaAl、HfB₂など多くの材料が知られ、また利用されているが、これらは全て酸化雰囲気中で加熱すると焼損してしまうため、厚さ数μmのSiO₂やSi₃N₄酸化防止層15で被覆しなければならなかった。前記薄膜抵抗体をインク中で使用しても、インク中の溶存空気によって酸化されてしまうので事情は同じである。

【0005】また、インク中でのパルス加熱で発生する気泡が急激に消滅する際、キャビテーションが発生するが、該キャビテーションは酸化防止層15にクラックを発生させ易く、ひいては薄膜抵抗体13の焼損事故につながる恐れがある。そこで、上記問題点を解決する目的で、約0.4μmの厚さのTa薄膜を耐キャビテーション層16として用いるのが一般的である。

【0006】このように、従来の発熱抵抗体は厚くて熱容量の大きい2層の保護層（薄膜抵抗体の50～100倍）を通してインクをパルス加熱（パルス幅5～10μs）しなければならないので、加熱の時間が遅れてしまう不都合があったと同時に、気泡の消滅時においてもなお、発熱抵抗体表面は高い温度を保ったままとなり、不要な気泡（弱いながらも）を再発生させてしまっていた。これは、当然のことながらインクの安定な吐出の障害となり、吐出周期の短縮の隘路になっている。

【0007】これを改善するため、保護層を不要化できる耐酸化性のある材料の開発が試みられてはいるが、実用レベルには到達していないのが現状である。

【0008】一方、前記構成の発熱抵抗体を用いつつ、吐出周期の短縮の試み（特開昭61-106259号公報、特開昭62-240558号公報）がなされているが、前者は原理的にも吐出周期の短縮につながらず、後者は隣接ノズルへの影響が大きいクロストークの問題を解決できないので、いずれの方法も実用化されていないのが現状である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記した種々の問題を抱えている従来の発熱抵抗体を抜本的に改善するためには、水性インク中での使用に耐え得る耐酸化性、耐キャビテーション性及び耐電食性に富む薄膜抵抗体材料を開発しなければならない。それと同時に、水性インク中での使用に耐え得る薄膜導体材料も開発する必要がある。勿論、この2つの材料とも、保護層を必要としないことが前提となる。そして、この保護層のない発熱抵抗体だけでも上述したようにインク吐出周期の短縮に貢献する

が、更に大きな短縮効果を図るべく新方式を開発し、併せて低コスト、高信頼性、高熱効率でかつ高速印字の可能なインクジェットプリンタを提供することが本発明の目的である。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的は、オリフィス近傍に設けられた発熱抵抗体にパルス通電することによって液滴状インクを該吐出口から吐出させて記録する記録装置において、前記発熱抵抗体をCr-Si-SiOまたはTa-Si-SiO合金薄膜抵抗体とNi薄膜導体とで構成することによって達成される。そして、前記Cr-Si-SiOまたはTa-Si-SiO合金薄膜抵抗体の形状を非対称とすることにより、上記目的は更に効率よく達成される。

【0011】また、吐出周期の大幅な短縮は、インク溜めと、オリフィスと、該インク溜めとオリフィスを連通するインク流路と、該インク流路内の前記オリフィス近傍に設けられた発熱抵抗体を有する記録装置の前記インク流路端部に、インク溜め側に向かって広がる空間を形成し、該インク流路内の該空間に前記発熱抵抗体あるいは別の発熱抵抗体を設けることによって達成される。

【0012】

【作用】上記のように構成された保護層のない発熱抵抗体は、実施例で詳細に説明するように、水性インク中の過剰な投入エネルギー（必要印加エネルギーの2倍）と1 μ sという非常に短いパルス駆動の条件で10億パルス以上の寿命を示す。しかも、従来の発熱抵抗体に比べ、必要印加エネルギーは1/30以下と大幅に低減できる。

【0013】また、実施例で詳細に説明するように、インク溜め側に向かって広がる空間を形成したインク流路の該空間内に吐出用または加圧用の発熱抵抗体を設けることによって、該発熱抵抗体の発熱に伴って発生する気泡の拡大と収縮に異方性が生じ、クロストークを発生させることなくインクの高速補充が可能となる。

【0014】

【実施例】

【実施例1】図1はパルス加熱によってオンデマンド記録するインクジェットプリントヘッドに使用される本発明の発熱抵抗体の断面図である。

【0015】ガラス基板1の上に、特開昭58-84401号公報に開示され、1982年San Diegoで開催されたElectronics Components Conferenceにて発表されたCr-Si-SiO合金薄膜抵抗体3を約700Åの厚さで形成し、この上に厚さ約2000ÅのNi薄膜導体4、4'を積層した後、フォトリソエッチングによって、例えば幅、長さ共に約40 μ mの発熱抵抗体形状に形成する。この時、Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体3のエッチングには沸硝酸系のエッチング液を用いるため、図2で示すようにガラス基板1の上には約1500Åの厚さのTa₂O₅熱酸化膜2を予め形成しておい

て該ガラス基板1の保護をしておいてもよい。

【0016】前記発熱抵抗体を、例えば図3、図4に示すような構成のインクジェットプリントヘッドに用い、インク溜め9、インク流路8、オリフィス7に満たされたインクをCr-Si-SiO合金薄膜抵抗体3のパルス加熱によってオリフィス7から液滴として吐出させ、オリフィス前面におかれた記録紙（図示せず）に記録する。

【0017】ここでまず、図1に示す保護層のない発熱抵抗体が水性インク中でどのような特性を示すのかについて説明する。

【0018】本発明に用いるCr-Si-SiO合金薄膜抵抗体が耐酸化性に優れた材料であることは、前述の特開昭58-84401号公報等で明らかである。そこで、本出願人は前記Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体の優れた特性に着目し、水性インク中での耐電食性及び耐キャビテーション性も良好であろうことを予測した。このように考えると、残された課題は十分な耐電食性のある薄膜導体の開発と、発熱抵抗体としての総合性能の評価、確認である。

【0019】図5に薄膜導体材料の耐電食性評価方法を、図6にはこれを用いて評価した各種金属薄膜の耐電食特性を示す。

【0020】本評価は、絶縁距離を10 μ m、厚さを約1000Åとした金属薄膜を、1分間水中にて直流電圧を印加し、印加電圧と電食量との関係を調べたものである。インク中ではなくて水中での試験としたのは、既に使用されているいくつかの水性インクのPHが7.0と中性だからであり、普遍性があるからである。

【0021】図6の結果から明らかなように、耐食性がNiまたはTa、W、Mo、AlまたはCrの順に良好なこと、Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体と積層して選択ウエットエッチングができること（Taは不可）、実装技術面からも取り扱いやすいことなどから、薄膜導体としてNiが最適材料であることが分かった。

【0022】そこで、Ni薄膜導体の耐食性を更に詳細に評価した結果を図7に示す。すなわち、20V/10 μ m程度の電圧で20～30分間、連続して印加してもほとんど電食しないことが分かる。

【0023】一方、図3及び図4に示すNi薄膜導体4、4'に印加される電圧と時間について見ると、後述するようにパルス駆動条件は1 μ sの印加パルス幅で0.5～1W/dotとなる。Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体3の抵抗値は約2000 Ω なので、Ni薄膜導体4、4'間に印加する電圧は32～45Vとなる。また、前記Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体3の長さは約40 μ mとしたので、8～12V/10 μ mのパルス電圧がNi薄膜導体間に印加されることになる。従って、仮にパルス電圧が10億パルス印加されると、実質的な電圧印加時間は1 μ s \times 10億パルス=17分間と

なり、図7の結果から考えると全く問題にならない条件（電圧裕度で3倍以上、印加エネルギーで10倍以上）であることが分かる。

【0024】そこで、Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体3と厚さ約2000ÅのNi薄膜導体4、4'からなる保護層を有さない発熱抵抗体について、水中にてステップアップストレステスト（以下SSTとする）を行なった。その結果を図8に示す。なお、図8には前記発熱抵抗体の空気中でのSST結果についても記されている。

【0025】まず空気中でのSST破壊電力に比べ、水中での破壊電力が1/2.5と小さいことが分かる。これは明らかに、水中ではキャビテーションによる破壊が主因であることを示している。しかし、実際に駆動する電力は後述するように0.5~1W/dotなので、前

表1

| | 本ヘッド | A社 | B社 |
|-------------------|------|-----|-----|
| 吐出インク体積 (pl) | 100 | 100 | 100 |
| 投入エネルギー (μJ/drop) | 0.5 | 30 | 17 |
| 投入電力 (W/pulse) | 0.5 | 3 | 3.4 |
| 印加パルス巾 (μs) | 1 | 10 | 5 |
| 吐出速度 (m/s) | 12 | 6 | 12 |
| 吐出周波数 (kHz) | 5 | 4 | 3 |

【0028】すなわち、本発明の発熱抵抗体では、ほぼ同一印字条件で必要印字エネルギーが1/30~1/60と大幅に小さくなり、吐出周波数が25~60%も向上したのである。これは、保護層のない発熱抵抗体による直接加熱と1μsという超短パルス加熱、並びに気泡の収縮時には既に発熱抵抗体表面が充分低い温度まで冷されていることによって発熱抵抗体上で再発泡現象が起こらず、インクのメニスカスの復帰が速く行われるようになったことによる。また、必要印字エネルギーが数10分の1と小さくなることも、薄膜抵抗体の50~100倍の厚さの保護層を必要とする従来の発熱抵抗体と比較すればその理由は明らかである。そしてこの事実は、従来のヘッドに投入されるエネルギーの98~99%がヘッド基板とインクの加熱（発泡以外の）に使用されていることを示しており、インクの焦げつき易さやヘッドの温度制御が不可欠であることなどをよく示している。

【0029】〔実施例2〕図9、図10に他の実施例を示す。

【0030】特開昭54-39529号公報には薄膜抵抗体の形状が台形となっている発熱抵抗体が記載されている。しかし、前記薄膜抵抗体の上には厚い保護層があるため、該保護層を介してインクに伝わる熱は均一なものとなり、「薄膜抵抗体の台形形状」というメリットを生かしきれないでいた。

【0031】これに対し本実施例の特徴は、実施例1に記載の保護層のない発熱抵抗体を用い、Cr-Si-S

述のキャビテーション破壊電力は実駆動電力の10~20倍と大きく、耐キャビテーション性に何の問題もないことが分かる。しかも、耐電食性についても予測通りの寿命を示すことが推測できる。

【0026】そこで、この発熱抵抗体を水性インク中に浸し、1μs、2W/dotの過電力を10億パルス印加してみたが、抵抗値には何の変化も認められず、実寿命の点でもなんら問題のない特性を示した。そして、前記発熱抵抗体を図3、4に示すインクジェットプリントヘッドに採用して印字性能を評価したところ、既に市販されている他社のヘッドに比べ、表1に示すような大幅な特性の向上を得られることが分かった。

【0027】

【表1】

iO合金薄膜抵抗体21または31をインク流路の方向に対して非対称とすることによって気泡の発生とその拡大に方向性を持たせ、インクへの圧力をオリフィス方向には強く、インク溜方向には相対的に弱くすることにある。すなわち、前記Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体21、31の発熱面温度分布をインク流路の方向に対して非対称とし、気泡の発生と拡大を異方的にすることで、インク溜方向への逆流速度が遅くなり、その分だけインク溜方向からのインク供給速度が遅くなり、次の吐出に必要なインクを吐出口付近に速やかに補充することができるようになるのである。そして前述したインクの速やかなる補充は吐出周波数を向上させ、印字速度が遅いというバブルジェットプリンタの弱点を改善できる。

【0032】なお、Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体の形状は本実施例に示した以外であっても非対称であればよい。

【0033】〔実施例3〕次に保護層のある従来の発熱抵抗体を用いても、インク吐出周期の大幅な短縮が可能な新方式を本実施例で説明する。そして実施例1で述べた保護層を不要とする発熱抵抗体をこれに用いれば、インクの吐出周期は更なる改善を見せ、前述したように熱効率が従来の30~60倍となる。そこで、本実施例では実施例1で述べた発熱抵抗体を用いた例を示し、吐出周波数が更に大幅に向上することを説明する。

【0034】実施例の詳細な説明の前に、まず、規制された流路内で発生する気泡の拡大、収縮のシミュレーシ

ョン結果を図 11 を用いて説明する。

【0035】シミュレーションを簡単にするため、発熱抵抗体の昇温領域は円形とする。図 11 の (a) では、円形発熱抵抗体 41 のある基板上にインクの動きを規制するものがない状態での気泡の拡大を一定時間毎に見たものである。上段が上から見たもの、下段がその側面図である。(b) は、上方への気泡の拡大を規制する天板を設けた状態、(c) は更に側壁を設けた場合で、現在実用化されているインクジェットプリントヘッドの 1 つはこの方式を採用している。前記 (a) ~ (c) のインクの運動空間は発熱抵抗体 41 に対して対称であり、気泡の拡大時における周辺へのインクの流出と収縮時におけるインク流入は発熱抵抗体 41 を中心として対称となっている。

【0036】これに対し、(d) に示す非対称空間内に発熱抵抗体 41 が置かれた場合、より大きな空間へのインクの流出速度が相対的に遅くなる一方、非対称形状に拡大した減圧気泡の収縮時には、より大きな空間からのインクの流入量が多くなることも加わって、気泡の消滅点はより狭い流路側に移るのである。すなわち、気泡の拡大、収縮の両時点でインクを一定方向に流す異方的な力（ポンピング作用）を発生させることができるのである。

【0037】なお、(d) ではインク流路の一方の側壁を拡げることで非対称空間を形成したが、天板の一方を拡げたり、基板に溝を設けて拡大空間を形成したり、これらを組み合わせたりする方法を採用しても同様の効果が得られることはいうまでもない。

【0038】更に、本実施例を理解し易くするために、吐出周波数を決定している要因について詳しく説明する。

【0039】オリフィスからインクを安定に吐出させる必要条件の 1 つは、オリフィス先端部に形成される安定なメニスカスにあることはよく知られている。すなわち、インクの吐出によって大きく窪んだメニスカスが再び元の位置に復帰できて始めて再吐出が可能となるのである。一方、この大きく窪んだメニスカスを元の位置に復帰させる力は、インク通路壁とインク間に働く表面張力を利用することしかできないのが現状である。すなわち、メニスカスが自然に復帰するのを待つしかないのである。

【0040】一般に、保護層を有する従来の発熱抵抗体の場合、メニスカスの最大後退時はインク吐出の完了時点である約 $30 \mu\text{s}$ 後となっている。しかし、前述のようにメニスカスの復帰には表面張力を利用しているため、その復帰にはインク吐出の完了時間の約 10 倍の $200 \sim 300 \mu\text{s}$ の時間が必要となり、これが吐出周波数を決定づけているのである。

【0041】メニスカスの復帰時間についてももう少し詳細に見ることとする。前記厚い保護層の表面温度の上昇

は発熱抵抗体自身の昇温から数 μs 程度の遅れがある。しかも、気泡発生後、前記保護層表面が断熱状態になってもなお、保護層表面は数 μs の間昇温を続ける。パルス加熱終了後、基板への熱流出によって発熱抵抗体は冷却されるが、保護層と薄膜抵抗体下層の断熱層による時定数から評価すると、気泡の消滅する $30 \mu\text{s}$ 時点の保護層表面温度はなお $100 \sim 200^\circ\text{C}$ の高温状態にある。そのため、インクは再加熱され、弱いながらも気泡が再発生してしまう。この再発泡がメニスカスの復帰に悪影響を与え、復帰時間を必要以上に長くするのである。

【0042】これに対し保護層を不要とした本発明の実施例 1 に記載の発熱抵抗体は、 $1 \mu\text{s}$ という短パルス駆動であって、しかもインクへの熱伝導の時間的な遅れが全く生じない。従って、薄膜抵抗体下層の断熱層の厚さも従来の数分の 1 の厚さ (SiO_2 で $1 \sim 2 \mu\text{m}$) とすることができ、気泡消滅時の発熱抵抗体の温度は常温近くまで冷却される。従って、前述したような気泡の再発生を生ずることがなくなり、メニスカスの復帰が速くなり、吐出周波数の向上につながるようになった。

【0043】しかし、更なる吐出周波数の向上を目指すため、本実施例では既に述べたポンピング作用を利用することによって、上記メニスカスの復帰を人工的に速め、これによって吐出周波数の大幅な改善を行った具体例を説明する。

【0044】図 12、図 13 はその具体例であり、図 3、図 4 に示したインクジェットプリントヘッドに上記加圧用発熱抵抗体 20 を加え、吐出用発熱抵抗体 10 と直列に接続して同時にパルス加熱する方法を記している。

【0045】ここでは吐出用発熱抵抗体 10 の約 $1/2$ のエネルギーが加圧用発熱抵抗体 20 に印加されるよう、その抵抗値を $1/2$ とし、該加圧用発熱抵抗体 20 によるクロストークの発生を抑制している。吐出用発熱抵抗体 10 と加圧用発熱抵抗体 20 との距離は $150 \sim 250 \mu\text{m}$ 程度離れていれば充分であり、加圧用発熱抵抗体 20 と側壁端（インク通路端であり、インク溜めに至近）との距離は $100 \sim 150 \mu\text{m}$ 、そしてインク通路はインク溜めに向かって拡げられた空間を有し、通路端近くにインク溜めを設けることでクロストークを発生させずに吐出インクの高速補充が可能となっている。

【0046】前記図 12、図 13 のインクジェットプリントヘッドに水性インクを満たし、共通電極 4' と個別電極 4 間に $0.5 \sim 1 \text{ W/dot}$ 、 $1 \mu\text{s}$ のパルス電圧を印加してインクの吐出特性を評価したところ、吐出周波数を $15 \sim 18 \text{ KHz}$ まで上げることができた。但し、 15 KHz 以上では吐出方向の不安定さが見られる場合があり、より高速化するためには尚一層の改善が必要であることが分かった。しかし、本実施例での 15 KHz 以下の安定した駆動は従来の技術 ($3 \sim 4 \text{ KHz}$)

を大幅に越える高速印字を達成できることを示し、低電力化と共にヘッドの温度制御を大幅に簡易化でき、このヘッドを用いたプリンタ等の高性能化（3～4倍の高速印字）、低コスト化を達成できた。

【0047】なお、加圧用発熱抵抗体20の形状についての制約は特にないが、実施例2で示したようなインク吐出方向に非対称の形状の発熱抵抗体を用いれば、該発熱抵抗体自体に気泡の異方性を生じさせる力が発生するため、オリフィス7へインクを押し出す力や、インクをインク流路8へ送り込む力が更に増幅されることとなり、より好ましい。

【0048】〔実施例4〕実施例3とほぼ同様の構成を有し、オリフィスの向きがインク通路と同一方向である点で相違する実施例を図14、図15に示す。ここで、実施例3と同一の符号は同じものを指す。

【0049】本実施例でも、ガラス基板1上には吐出用発熱抵抗体10と加圧用発熱抵抗体20が形成されている。一方、ガラス等の材料からなる天板6には、インク流路8と、インク溜め9と、前記インク流路8の端部がインク溜め9側に向かって広がるような空間が形成されている。そして、前記吐出用発熱抵抗体10の位置はオリフィス7近傍であり、前記加圧用発熱抵抗体20の位置は前記空間内であって、双方の発熱抵抗体とも他のインク流路への干渉を防止するため夫々のインク流路8内に形成されている。

【0050】なお、吐出用発熱抵抗体10、加圧用発熱抵抗体20には制約は特にないが、実施例1に記載のCr-Si-SiO合金薄膜抵抗体とNi薄膜導体で形成されたものであれば更なる高速印字を達成できる。また、インク吐出方向に非対称の形状の発熱抵抗体を用いれば、該発熱抵抗体自体に気泡の異方性を生じさせる力が発生するため、オリフィス7へインクを押し出す力や、インクをインク流路8へ送り込む力が更に増幅されることとなり、より好ましい。

【0051】〔実施例5〕図16、17も他の実施例を示す断面図である。動作、その他の特性は実施例4とほとんど同じであるので省略する。本実施例が実施例4と異なるところは、インク流路8内の空間を隔壁5を用いて設けた点である。こうすることによって天板となるガラス基板をフォトエッチングによって作成する工程が簡略化でき、得られる効果は実施例4と同等という利点がある。しかしこの方法は、インク流路アレーのピッチを更に細かくする場合には限界がある。この場合は実施例4と実施例5の方法を併用してもよい。

【0052】〔実施例6〕実施例3で述べたポンピング作用を持つ図11(d)の構成を吐出用発熱抵抗体とする実施例を図18、図19に示す。本実施例は上記実施例4、5を簡素化したもので、性能的な差はほとんどないといつてよい。

【0053】本実施例の構成からなるヘッドであれば、

実施例1で示した保護層なしの発熱抵抗体、保護層を必要とする従来の発熱抵抗体のいずれを用いても吐出周波数の大幅な向上（2～3倍化）が可能であるが、実施例1で示したCr-Si-SiO合金薄膜抵抗体/Ni薄膜導体構成の発熱抵抗体を用いれば熱効率は約50倍となり、吐出周波数が更に20～30%向上することは実施例2で述べた通りである。すなわち、本ヘッドの吐出周波数も15KHz程度までは安定に稼働させることができる領域であり、実施例2との唯一の相違点はインクの吐出速度が約1/2の7m/sと遅いことである。

【0054】但し、前述のように本実施例においても、インク通路端を拡げて空間を作るだけの側壁厚さが必要であるが、これはインク通路列の作製可能密度、すなわちドット密度の若干の低下となるので、高密度印字が必要な場合はオリフィス列を傾斜させて印字する方法を採用する必要がある。この発熱抵抗体に対しても、実施例2に示した非対称形状とすることでクロストークなどのマージンを増加させることができることはいうまでもないであろう。

【0055】〔実施例7〕Ta-Si-SiO合金薄膜抵抗体が前記Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体同様に優れた耐酸化性能を持つ材料であることが知られている（特開昭53-110374号公報及び特開昭57-61582号公報に記載）。すなわち、Ta-Si-SiO合金薄膜抵抗体も前記Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体と同じように非常に硬い材料であり、従って耐キャビテーション性に優れた材料であろうことが推定できる。そこで、実施例1のCr-Si-SiO合金薄膜抵抗体をTa-Si-SiO合金薄膜抵抗体に置き換え、実施例1と同様にNi薄膜導体を用いて発熱抵抗体（図1）を作成し、SSTを行なった。

【0056】その結果はCr-Si-SiO合金薄膜抵抗体の結果（図8）とほぼ同一の特性を示した。僅かな相違点は、Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体の場合、抵抗値変化率がマイナス側に变化した後破断するのに対し、Ta-Si-SiO合金薄膜抵抗体では徐々にプラス側に变化して破断することだけであった。勿論、水性インク中での寿命試験でも何ら問題となる変化が認められなかったことはいうまでもない。

【0057】また、Ta-Si-SiO合金薄膜抵抗体を用いた発熱抵抗体で実施例2～6と同様の試作、評価を行なったが、Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体を用いた場合とほぼ同様の結果を得られたことはいうまでもない。

【0058】

【発明の効果】本発明によれば、発熱抵抗体を最も単純な2層構造とすることができ、その製造工程を約1/3と大幅に簡略化することができる。しかも、1μsという超短パルス駆動と、気泡消滅時において発熱抵抗体が常温近くまで温度低下するという冷却効率のよさは、イ

ンク吐出周期の大幅な短縮を可能とし、更に30～60倍の熱効率の向上は消費電力の削減のみに止まらず、ヘッドの温度制御を容易にして、インク吐出の安定化に大きく貢献できる。

【0059】更にポンピング作用を持つヘッド構成は、インク吐出周期の大幅な短縮を可能とし、インクジェットプリンタの唯一ともいえる欠点となっていた遅い印字速度を抜本的に改善できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例となるインクジェットプリントヘッド用発熱抵抗体の断面図である。

【図2】 他の実施例となるインクジェットプリントヘッド用発熱抵抗体の断面図である。

【図3】 図1の発熱抵抗体用いたヘッドの概略断面図である。

【図4】 図3のB-B'断面図である。

【図5】 薄膜導体材料の耐電食特性評価方法を示す概略斜視図である。

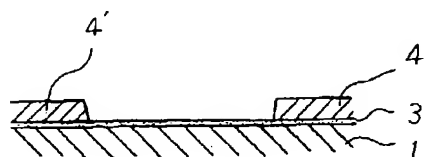
【図6】 各種金属薄膜の耐電食特性を示すグラフである。

【図7】 Ni薄膜導体の耐電食特性を示すグラフである。

【図8】 本発明の発熱抵抗体のSST特性示すグラフである。

【図1】

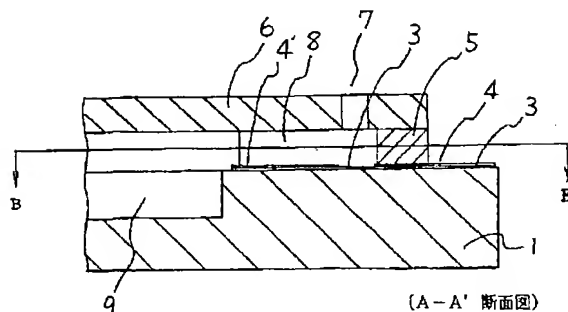
図1



1 ガラス基板
3 Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体
4, 4' 薄膜導体

【図3】

図3



(A-A' 断面図)

【図9】 Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体の形状を示す平面図である。

【図10】 Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体の形状を示す平面図である。

【図11】 気泡の発生状態及び消滅状態を示す模式図である。

【図12】 本発明の他の実施例となるヘッドの構成を示す概略断面図である。

【図13】 図12のB-B'断面図である。

【図14】 本発明の他の実施例となるヘッドの構成を示す概略断面図である。

【図15】 図14のB-B'断面図である。

【図16】 本発明の他の実施例となるヘッドの構成を示す概略断面図である。

【図17】 図16のB-B'断面図である。

【図18】 本発明の他の実施例となるヘッドの構成を示す概略断面図である。

【図19】 図18のB-B'断面図である。

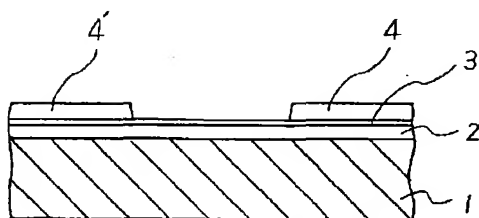
【図20】 従来の発熱抵抗体の断面図である。

【符号の説明】

1は基板、2はTa₂O₅耐エッチング層、3はCr-Si-SiO合金薄膜抵抗体、4、4'は薄膜導体、5は隔壁、6は天板、7はオリフィス、8はインク通路、9はインク溜めである。

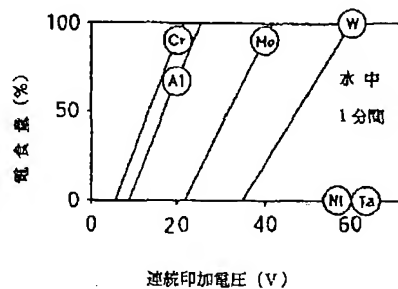
【図2】

図2



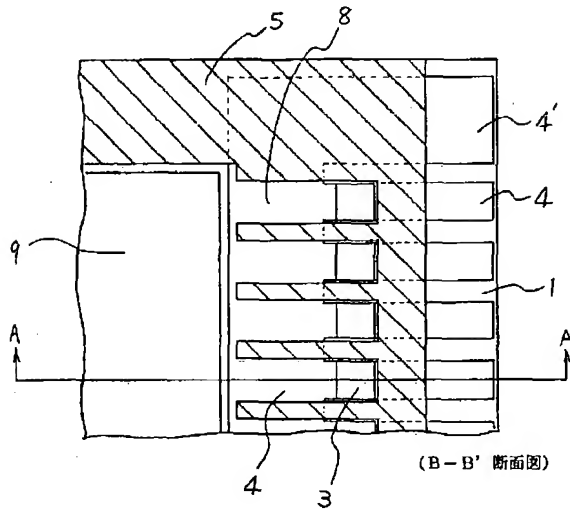
【図6】

図6



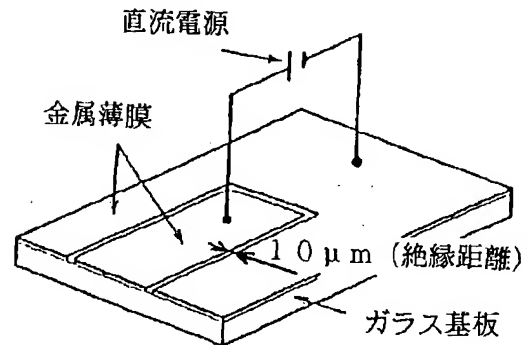
【図4】

図4



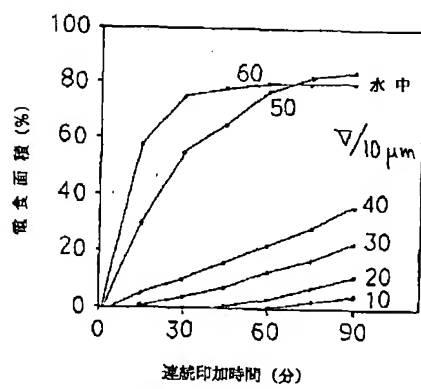
【図5】

図5



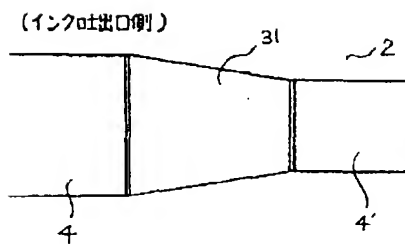
【図7】

図7



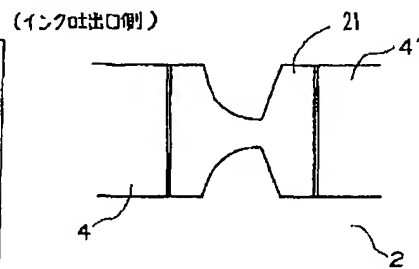
【図10】

図10



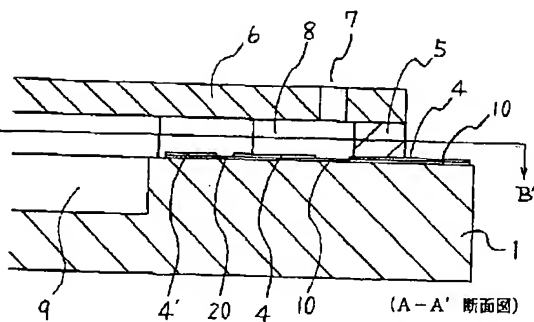
【図9】

図9



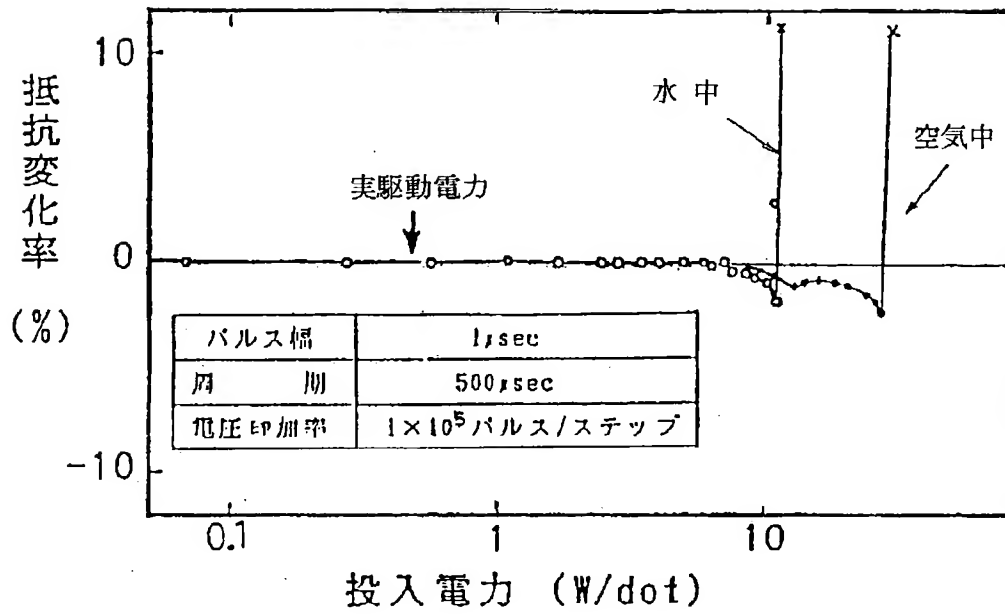
【図12】

図12



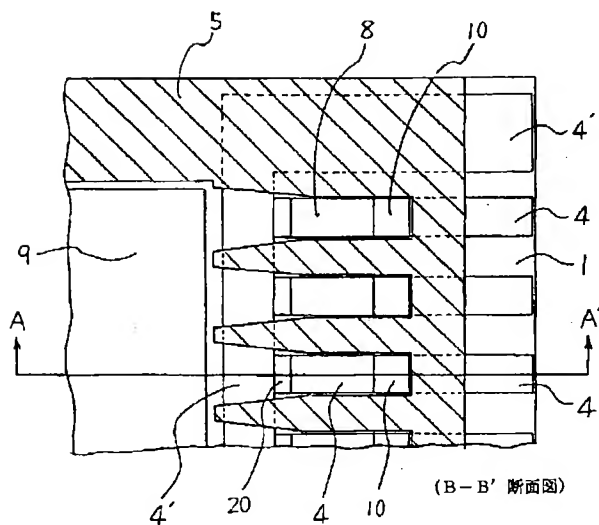
【図8】

図 8



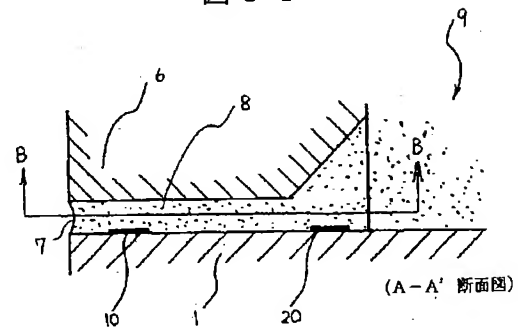
【図13】

図 13



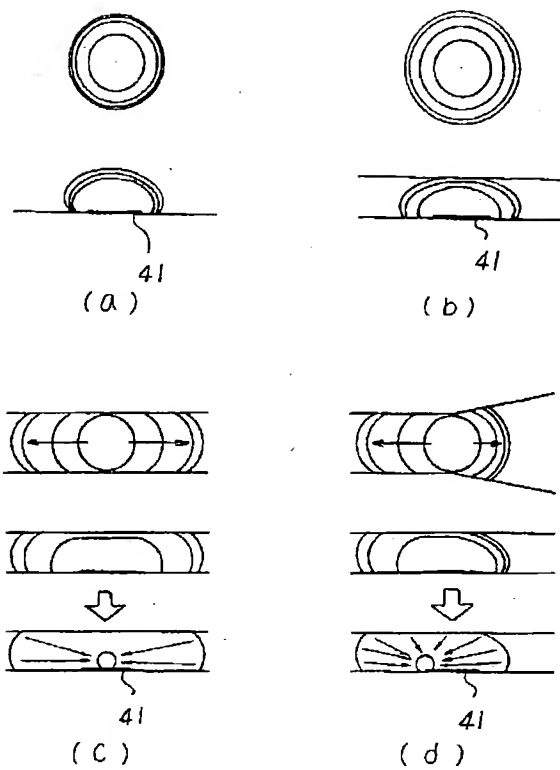
【図14】

図 14



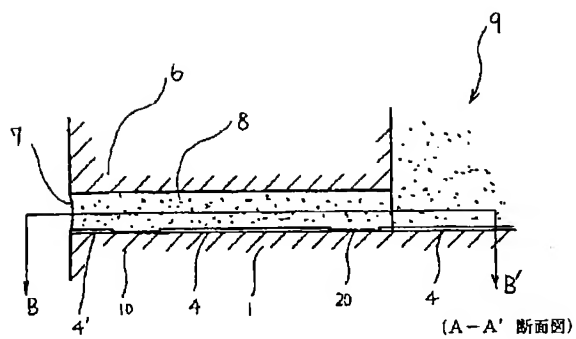
【図11】

図11



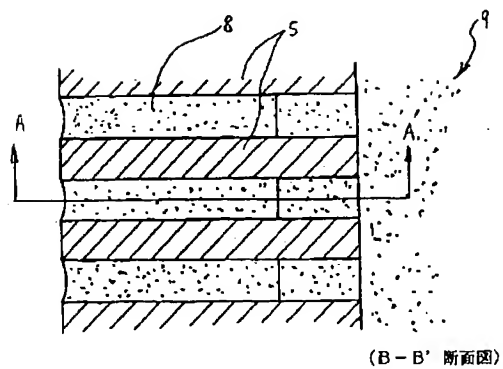
【図16】

図16



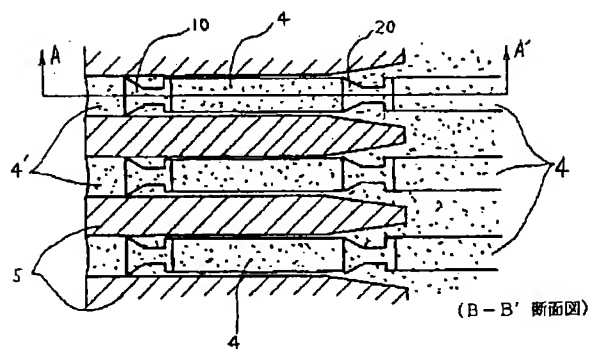
【図15】

図15



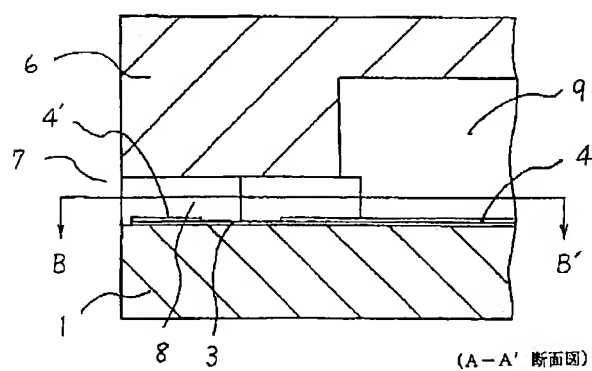
【図17】

図17



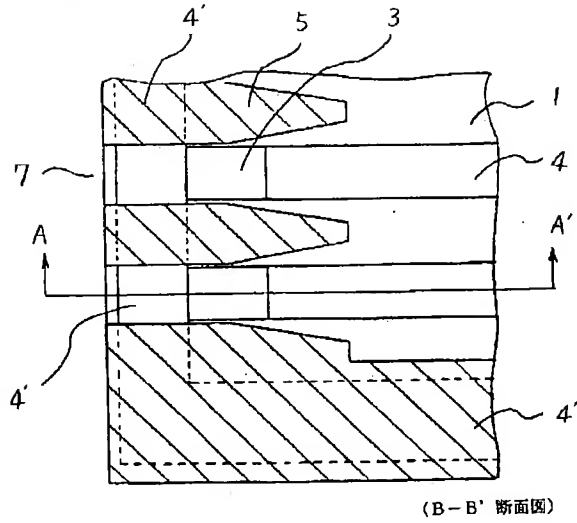
【図18】

図18



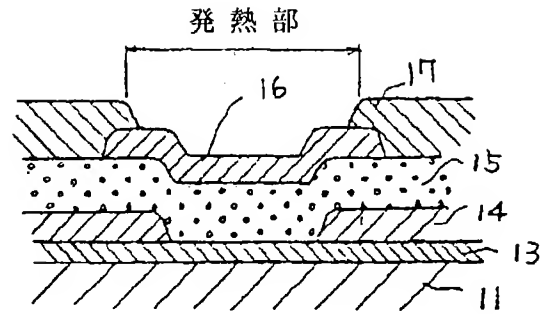
【図19】

図19



【図20】

図20



- 11 断熱層
- 13 薄膜抵抗体
- 14 薄膜導体
- 15 酸化防止層
- 16 耐キャビテーション層
- 17 耐キャビテーション層